

УДК 69.057

Д.Ф.ГОНЧАРЕНКО, д-р техн. наук, Г.Г.ЗУБКО, А.С.КОНСТАНТИНОВ

*Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры*

## **УЧЕТ СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ТРИБУН СТАДИОНА ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ ПО ЕГО РЕКОНСТРУКЦИИ**

Рассмотрено исследование состояния конструкций трибун стадиона «Металлист» в г.Харькове. Приведены данные по Южной, Северной и Западной трибунам. Полученные результаты были использованы при разработке конструктивных и организационно-технологических решений реконструкции стадиона.

Розглянуто дослідження стану конструкцій трибун стадіону «Металіст» в м.Харкові. Наводяться дані по Південній, Північній та Західній трибунам. Отримані результати було використано при розробці конструктивних та організаційно-технологічних рішень реконструкції стадіону.

The article investigates condition of “Metallist” stadium stands in Kharkiv. The data concerning the Southern, Northern and Western stands are given. The obtained results were used in developing the construction decisions and organization technological solutions of the stadium reconstruction.

*Ключевые слова:* стадион, реконструкция, железобетонные и металлические конструкции, состояние трибун, методы восстановления.

Подготовка и проведение финальной части чемпионата мира по футболу в 2006 г. в Германии и Европы в 2008 г. в Австрии и Швейцарии стали мощным импульсом к строительству новых и реконструкции существующих стадионов. Значительным событием 2010 г. стал чемпионат мира по футболу, который успешно прошел в ЮАР. Лучшие команды мирового футбола соревновались на стадионах построенных и реконструированных к этому чемпионату.

Решение УЕФА о проведении финальной части чемпионата Европы по футболу в 2012 г. в Польше и Украине поставило перед ними задачи по новому пересмотреть вопросы наличия спортивных арен, на которых могут проходить соревнования такого уровня. На Украине были начаты работы по строительству новых и реконструкции существующих стадионов. В настоящее время построены новые стадионы в Днепропетровске и Донецке, строится новый стадион во Львове, реконструирован стадион в Харькове, близится к завершению реконструкция стадиона в Киеве. В то же время в Украине имеется большое количество стадионов, не отвечающих требованиям ФИФА и УЕФА. Это прежде всего стадионы в таких городах, как Полтава, Кривой Рог, Симферополь, Одесса, «Металлург» и «Шахтер» в Донецке. Учитывая, что все большее количество команд Украины принимает участие в Еврокубках

реконструкцию этих стадионов необходимо проводить уже в ближайшие годы.

При реконструкции стадионов, как правило, стремятся максимально сохранить имеющиеся конструкции с незначительной их заменой и изменением.

Как в зарубежной, так и в отечественной практике наблюдается такой подход к принятию решений, когда проектировщики путем комплексного обследования существующих частей спортивного сооружения вносят изменения в их конструктивные решения.

Ярким примером сказанному может служить реконструкция стадиона «Металлист» в г.Харькове [1].

Как известно, при реконструкции зданий и сооружений одним из важных этапов как при подготовке к демонтажным и строительно-монтажным работам, так и при их выполнении является определение состояния несущих конструкций сооружения. От этого во многом зависит правильное принятие конструктивных и организационно-технологических решений, безопасность при выполнении работ на объекте, эксплуатационная надежность сооружения после сдачи в эксплуатацию.

Стадионы относятся к группе сооружений, где имеет место большое скопление людей. Статические и динамические нагрузки, воспринимаемые трибунами стадионов во время футбольных матчей, не идут в сравнение ни с какими другими нагрузками на конструкции общественных зданий и сооружений. Динамические колебания, которые возникают во время заполнения трибун, при недостаточной несущей способности составляющих их конструкций зачастую приводят к непоправимым последствиям.

Примерами аварий могут служить разрушение трибун во время футбольных матчей на стадионах в Глазго (Шотландия) в 1902 г., в Сальвадоре (Бразилия) в 2007 г., в Монровии (Либерия) в 2008 г. и др.

Нами рассмотрено состояние трибун стадиона «Металлист» в г.Харькове путем изучения материалов обследований, выполненных специалистами Харьковского государственного технического университета строительства и архитектуры [2, 3].

Необходимо подчеркнуть, что стадион «Металлист», согласно ДБН В.2.2-13-2004 (Приложение И), относится к крупным спортивным сооружениям, так как рассчитан более чем на 40 тыс. зрителей.

В процессе обследования трибун было принято следующее решение. Восточная трибуна стадиона, самая старая из существующих трибун, не подлежала реконструкции и восстановлению. Поэтому было принято решение о её полном демонтаже с частичным сохране-

нием её отдельных элементов, представляющих историческую ценность.

Обследованию подлежали конструкции Северной, Западной и Южной трибун стадиона. При этом на Западной трибуне подлежало сносу старое административное здание, вместо которого намечалось строительство нового, а также расширение площади для размещения VIP-мест, мест для журналистов и др.

Тщательному обследованию [2] были подвергнуты несущие конструкции Южной трибуны, строительство которой было начато в 1986 г. и приостановлено в 1992 г. Конструкции этой трибуны, начиная с 1992 г. до начала реконструкции в 2007 г., находились без консервации, в циклических условиях замачивания, замораживания и оттаивания.

Южная трибуна (рис.1) состояла из 24 рядов лотков сидений на 10 тыс. зрителей, имела в плане форму кольцевого сектора с малым радиусом 66 м и большим радиусом 84 м. Длина дуги по внутреннему концентрическому ряду колонн (ось «Г») составляет 157 м и наружному концентрическому ряду колонн (ось «А») – 198 м. Высота трибуны составляет 18,5 м.

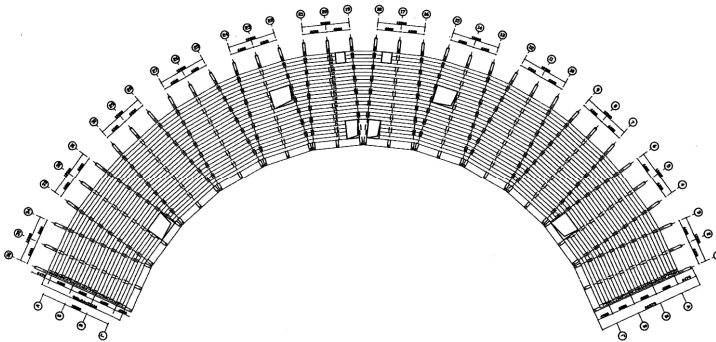


Рис.1 – План Южной трибуны

Несущая система трибуны является каркасной, трехпролетной, 4-этажной, с концентрическим балконом галерейного типа шириной 2,6 м в уровне перекрытия над первым этажом на отметке 4,35 м и надтрибунным дождезащитным козырьком. Сетка колонн 6х6 м, высота этажа 3 м.

Каркас состоит из сборных железобетонных конструкций по серии ИИ- 04 (выпуск 1973 г.).

Колонны со скрытыми консолями с разрезкой на два этажа имеют

сечение 400х400 мм. Стык меду колоннами осуществляется с помощью ванной сварки выпусков продольной рабочей арматуры и с последующим его омоноличиванием.

Ригели таврового сечения с полками по низу для опирания плит перекрытия. Высота ригеля – 450 мм, ширина по верху – 200 мм, по низу – 450 мм. Узел сопряжения ригелей и колонн выполнен через закладную деталь («рыбку»).

В качестве перекрытий использовались плиты трех типов – многопустотные плиты, лотковые связевые плиты с полкой в нижней зоне и сплошные плоские плиты трапециевидной формы в плане, которые расположены в трапециевидных секторах перекрытий. Лотковые и многопустотные плиты выполнены с предварительным напряжением.

Пространственная жесткость здания осуществляется сборными железобетонными диафрагмами жесткости, стальными порталными связями и стальными решетчатыми диафрагмами. Все конструкции изготовлялись на заводах стройиндустрии г.Харькова.

В соответствии с нормативными документами СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии» и СНиП 3.04.03-85 «Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии» на данном объекте были выявлены дефекты конструкций, которые стали результатом влияния внешней среды. К этому прежде всего следует отнести коррозию бетона I и III вида.

Кроме этого в лотках и наклонных ригелях наблюдалась черная плесень, которая привела к разрушению цементного камня. Черный налет на поверхности лотков (рис.2) представляет собой споры микроскопических грибов, определяемых ориентировочно как *cladosporium* sp.



Рис.2 – Участки нижней грани лотков, пораженных черной плесенью

На момент обследования конструкций Южной трибуны были зафиксированы целый ряд дефектов в колоннах, ригелях, плитах, диафрагмах жесткости, лотках, сидениях [2]. К ним следует отнести: сквозные и несквозные трещины с шириной раскрытия 0,5 мм и более (рис.3), оголение и коррозия арматуры (рис.4), сульфатную коррозию бетона, разрушение защитного слоя (рис.5), сколы бетона, незамоноличенные швы, выколы бетона, разморозения с выщелачиванием бетона, усадочные трещины. При этом специалистами кафедры железобетонных и каменных конструкций ХГТУСА [2] был сделан вывод, что большинство дефектов и повреждений обусловлены отсутствием консервации объекта на протяжении длительного времени.



Рис.3 – Трещины в колоннах

Согласно окончательному техническому заключению о состоянии несущих конструкций, Южная трибуна была отнесена в целом ко второму состоянию сооружений – удовлетворительному. Однако у

многих элементов несущая способность и долговечность снижена, что потребовало обязательного проведения восстановительных работ, усиления в целях обеспечения эксплуатационной надежности, согласно разработанным рекомендациям [2].



Рис. 4 – Разморозение бетона полки и верхней части высокого ребра с оголением арматуры (лоток №6 в осях 29-30»)



Рис.5 – Нарушение защитного слоя с обнажением поперечной арматуры в ребрах лотков

Для устранения трещин была рекомендована затирка составом «Аквафин-ИЦ», при оголении и коррозии арматуры очистка арматуры металлическими щетками, обработка арматуры составом «Азокрет-КС» с восстановлением защитного слоя составом «Азокрет-FM40V», при сульфатной коррозии бетона обработка поверхности раствором соляной кислоты с последующим нанесением состава «Аквафин-ИЦ», для утраченного защитного слоя ригелей, нанесение состава «Азокрет-

ГМ100», для заделки трещин лотков нанесение слоя «Азокрет-FM40V» толщиной 25-30 мм по сетке из проволоки Ø 3Вр1 с ячейками 100×100 мм.

На рис.6 показано решение по усилению лотков сидений [2].

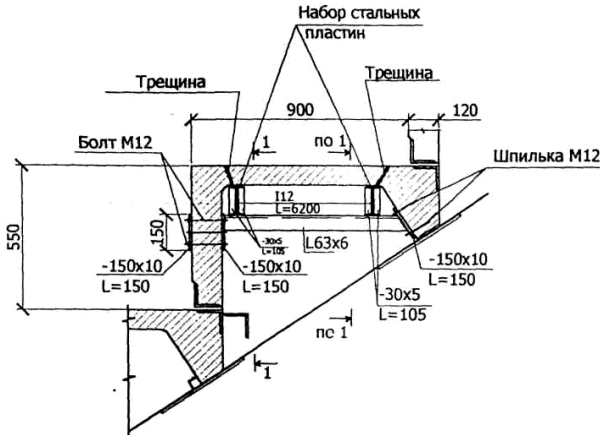


Рис.6 – Усиление лотков-сидений с двумя (и более) сквозными трещинами в полке

В отличие от Южной трибуны подтрибунные конструкции Западной и Северной трибун (рис.7) выполнены из металла. В свое время проект стальных конструкций этих трибун был разработан отделом главного архитектора Харьковского завода им. Малышева [3].



Рис.7 – Северная и Западная трибуны (общий вид)

Подтрибунные конструкции Северной трибуны состоят из стальных наклонных консольных ферм (пролет около 11 м, консольная часть примерно 3,5 м). Одним своим концом фермы опираются на стальные колонны высотой 11 м, другим концом на железобетонные колонны (рис.8). На фермы установлены железобетонные лотки с сидениями для зрителей.

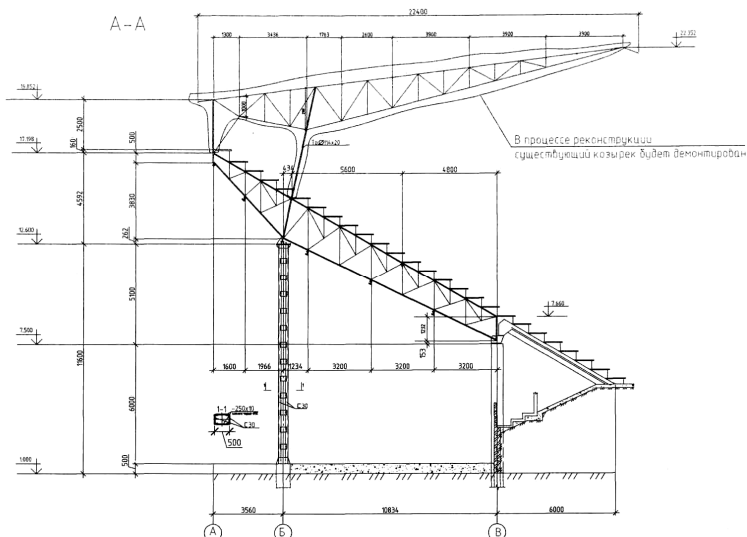


Рис.8 – Поперечный разрез Северной трибуны

Общий пролет ферм Северной трибуны составляет 14,4 м, с учетом вылета консоли, равной 3,56 м. Расстояние между опорами ферм равно 10,84 м.

Сечения верхних и нижних поясов Северной трибуны до места перелома составлено из двух уголков тавром 125x14 мм, консольные части обоих поясов выполнены из уголков 125x12 мм. Опорные стойки – уголки 100x12 мм, установленные крестом, остальные элементы решетки состоят из двух уголков тавром 80x87, элементы шпренгелей – из двух уголков 50x5 мм.

На подтрибунные фермы сверху установлены железобетонные лотки, снабженные закладными деталями, соединенными на сварке со стальными столиками Z-образной формы, приваренные к верхним поясам ферм и оборудованные снаружи стальным крепежом и пластиковыми сидениями.



По нижним поясам ферм под наклоном, с шагом 3,2 м установлены швеллера №30, усиленные в зоне нижней полки по всей длине уголковым профилем 100x10 мм. На них уложены сборные маломерные железобетонные плиты размерами 3500x500 мм, толщиной 150 мм. По плитам уложен утеплитель, а по цементной стяжке устроен рубероидный ковер. Полученное таким образом перекрытие служит потолком над помещением спортзалов. Для ликвидации уклона установлены декоративно отделанные подвесные потолки.

Надтрибунные металлоконструкции (козырек-навес, общим пролетом 22 м) состоят из установленной по периметру трибун системы консольных ферм со связями, обеспечивающими пространственную жесткость покрытия, а также дополнительных стоек, предусмотренных для установки консоли.

В результате проведенных исследований конструкций Северной трибуны [3] было установлено: согласно выборочным замерам сечения поясов и решетки ферм соответствуют представленным в чертежах; в панелях поясов имеются промежуточные стыки зон укрупнительной сборки отправочных марок. Протяженность швов визуально соответствует проекту. Однако были обнаружены визуально заметные дефекты, в том числе верхний пояс фермы элемент 22-26 по оси 54 потерял местную устойчивость из плоскости; вертикальные связи по фермам, установленные на опорах и в середине пролета не всегда совпадают по осям со скатными связями, а также связями по нижним поясам, что вызвано прохождением труб и другого сантехнического оборудования; значительное количество связей расцентровано и выполнено некачественно; железобетонные лотки для устройства сидений во многих местах установлены на фермы с эксцентриситетом, а отдельные опорные элементы выключены из работы; имеет место нарушения опирания лотков в зонах верхних поясов ферм, что приводит к возникновению местных изгибающих моментов; в отдельных местах требуется усиление поясов ферм; местами отмечена местная потеря устойчивости элементов шпрингелей, а также не учтенное в расчете оборудование.

Западная трибуна (рис.9) на время обследования рассматривалась как объект реконструкции 1968 г. ранее существовавшей железобетонной трибуны с расположенными в ней спортивными залами. При реконструкции были использованы железобетонные низкие колонны старой трибуны. Для установки наклонных ферм трибуны использована высокая стальная составная колонна из двух швеллеров, соединенных на планках, в верхней части которой был разработан

оголовка, служивший опорой для верхней части фермы (рис.9). В нижней части в качестве опор для ферм использованы железобетонные колонны ранее существовавших трибун.

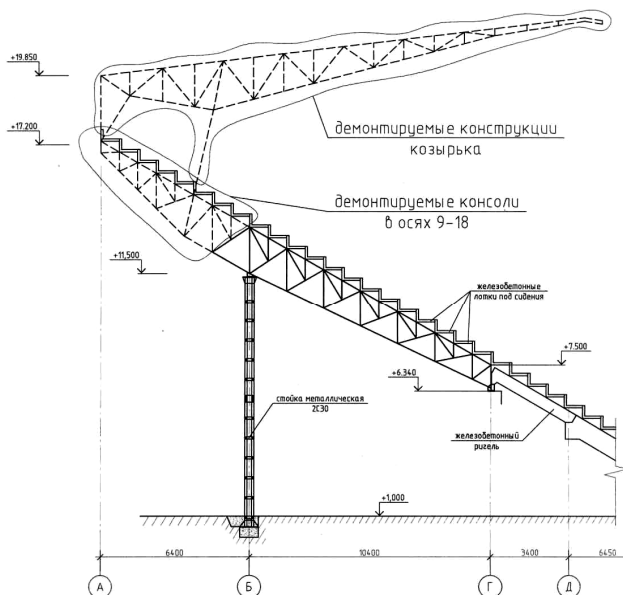


Рис.9 – Схема западной трибуны (поперечный разрез)

В целом трибуны по статической схеме представляют собой рамную систему, включающую в себя в качестве наклонных ригелей подтрибунные фермы и фермы козырька, а также стальные и железобетонные разновысокие стойки. Расстояние между колоннами составляет 10,4 м.

Общий пролет ферм западной трибуны – 16,80 м, включая консоль 6,4 м. Верхний пояс ферм западной трибуны выполнен из двух уголков тавром 125х14 мм, а нижний пояс – из уголков 100х12 мм. Элементы решетки этих ферм имеют такие же сечения, как и фермы Северной трибуны.

Неизменяемость элементов рамы обеспечивается системой скатных и вертикальных связей. В отличие от конструкции Северной трибуны нижний пояс Западной трибуны свободен для осмотра, а расположенные на 1-м этаже спортзалы имеют автономные перекрытия.

Одной из задач обследования Западной трибуны, кроме установ-

ления общего технического состояния конструкций, была оценка возможности удаления части консолей для устройства в осях 9-18 VIP-ложи, представляющую собой четырехэтажную пристройку.

В процессе обследования конструкций Западной трибуны выяснилось, что оси стальных и железобетонных колонн не всегда совпадают, в связи с чем по колоннам были устроены перекидные балки, выполненные из двух швеллеров №45 с раздвижкой 400 мм, соединенных с помощью планок по верхним и нижним поясам.

В соответствии с принятым проектным решением в связи с демонтажом существующей VIP-ложи и устройства автономного 4-этажного здания пристройки к трибуне потребовалось в осях 9-18 выполнить обрезку консолей ферм (рис.9). Ниже расположения вновь запроектированной ложи планировалось оборудовать журналистскую зону с полезной нагрузкой  $200 \text{ кг/м}^2$ .

В процессе обследования было установлено следующее: в отдельных местах имеет место расцентровка связей до 200 мм; в верхних монтажных узлах некоторых ферм сварные швы наварены не по всей длине накладок; отдельные продольные связевые элементы имеют существенные деформации и прогибы; имеет место разрыв сварного шва на одном из шпренгелей; по осям 8-10 две панели консольных ферм оперты на кирпичную кладку, в этих же осях прокорродировал металл зоны стыков отправочных марок, а также отмечена коррозия верхнего опорного узла в зоне опирания на стальную колонну; в некоторых осях имеет место некачественная приварка раскосов ферм к опорной фасонке, кроме этого потеря устойчивости опорной фасонки; на отдельных элементах можно наблюдать некачественную сварку, потерю устойчивости нижних опорных узлов ферм, коррозионное поражение, сопровождаемое отслоением стали, крепление распорок на одном болте, коррозию закладных деталей лотков, элементов фермы, местную потерю устойчивости шпренгельных элементов.

Принимая во внимание, что расчеты рассматриваемых конструкций выполнялись около 40 лет тому назад вручную, в процессе выполнения работ по данному ответственному объекту было принято решение его перерасчета с привлечением расчетно-теоретического комплекса «SCAD».

При расчете была принята новая нагрузка на железобетонные лотки для устройства сидений, составляющая  $640 \text{ кг/м}^2$ . Рассчитывалась система, включающая в себя не только подтрибунные фермы, но и козырек. Причем в этом случае было отмечено полное соответствие расчетных и фактических схем ферм обоих трибун.

Анализ этих расчетов показал, что при учете новых, повышенных в 1,6 раза снеговых нагрузок, принятых по [4], отдельные элементы ферм имеют напряжения, значительно превышающие расчетные сопротивления. К ним в первую очередь следует отнести некоторые панели верхнего пояса, а также опорные стойки.

Удаление козырьков и замена их на новые, вынесенные за пределы трибун опоры существенно (на 40-50%) снижает нагрузки на фермы, что практически обеспечивает их несущую способность в дальнейшем при условии минимального количества мест усиления опасных зон.

В связи с переходом с 01.01.2007 г. на новые нормы проектирования [4], связанные с климатологическими и другими изменениями, а также высокую ответственность рассматриваемых конструкций представлялось необходимым создание конструкций повышенной надежности. Это в первую очередь связано с повышенными конструктивными требованиями к металлическим конструкциям трибун в целом. Модернизация центральной VIP-ложи Западной трибуны потребовала не только локальных изменений конструктивных схем, таких как удаление консольных частей у ряда ферм, но и изменения в связи с этим системы связей и т.п. Обрезка консолей в зоне VIP-ложи несколько нарушает систему существующих связей. Принятое решение о габаритах здания VIP-ложи нельзя считать удачным. В данном случае это была вынужденная мера, связанная с необходимостью создания полезной площади здания. Удаление консоли по оси 9 потребовала предварительного демонтажа крестообразных связей по верхним и нижним поясам консолей, а также удаления вертикальных связей в этих зонах. Выданное окончательное задание по габаритам ферм в осях 9-18 заставило изменить системы связей по нижним поясам ферм, поскольку нижний конец реконструируемых ферм должен быть развязан.

Перед обрезкой консолей было рекомендовано установить новые крестовые связи по верхним и нижним поясам по осям А-Б между рядами 7-8 и 19-20. После этого консоли можно обрезать. Затем между осями 8-19 по нижним поясам в угловой точке устанавливаются продольные элементы, развязанные 8-9 и 18-19 треугольными связями. По первому варианту в осях 7-8 и 19-20 устанавливаются новые крестовые связи, а по второму варианту связи в осях Б-Г по рядам 8-9, 18-19 демонтируются и устанавливаются по рядам 7-8, 19-20.

В связи с тем, что работники стадиона указывают на повышенную зыбкость трибун в процессе проведения матчей, было предложено увеличить пространственную жесткость системы

установкой дополнительных связевых блоков, разделяющих Западную трибуну как бы на три отсека.

В результате проведенных работ (обследования, поверочных расчетов, анализа конструктивных решений, системы связей и анализа дефектов) установлено, что подтрибунные фермы в целом находятся в удовлетворительном состоянии.

Следует отметить, что в отдельных случаях несущая способность стержней ферм используется практически полностью, без существенного запаса, а отдельные элементы верхних поясов не обеспечивают несущую способность даже при их расчете по старому СНиПу [5]. Это связано в первую очередь с конструктивными недостатками, а во вторую – с проводимыми в прошлые годы ремонтными работами. В случае сохранения козырьков и использования снеговой нагрузки по новому ДБН [4] несущая способность подтрибунных ферм не обеспечивается. Принятое решение по удалению козырька с ферм трибун было целесообразным. В этом случае усилия в фермах снизились почти вдвое. Такое решение существенно снизило количество элементов ферм, подлежащих усилению.

Для осуществления нормальной работы ферменных систем трибун в дальнейшем было рекомендовано выполнение следующих мероприятий:

- усиление некоторых панелей верхних поясов ферм Северной трибуны;
- доварка швов отдельных элементов;
- усиление панелей Северной трибуны парными уголками;
- замоноличивание всех стыков железобетонных лотков;
- обрезка консоли в осях 9-18 в зоне оборудования новой VIP-ложи с изменением системы связей (по верхним и нижним поясам, а также вертикальных связей) Западной трибуны;
- усиление панелей 12-8 верхнего пояса в месте, где подходят две балки усиления железобетонных лотков;
- восстановление оборванной растяжки между осями 24-25, в месте устройства двери для прохода во внутренние помещения Западной трибуны;
- усиление верхних зон нижних опорных узлов;
- доварка всех сварных швов;
- удаление путем пескоструйной обработки продуктов коррозии на поясах и решетки всех ферм обеих трибун, с повторной грунтовкой конструкций и окраской за два раза, согласно ТУ;
- при проведении монтажных работ по реконструкции трибун и

устройству VIP-ложи в средней части Западной трибуны введение авторского надзора разработчиков проекта.

В связи с существующей опасностью развития усталостных деформаций, наличие которых практически невозможно обнаружить визуально, было предложено в процессе реконструкции инструментально (рентгеноскопией, либо другим способом) исследовать несколько выборочных мест, указанных в рекомендациях. В качестве предложений рекомендовано удалить фан-сектор с консольных частей ферм на нижние ряды между опорами ферм.

#### *Выводы*

1. Реконструкция стадиона «Металлист» представляет собой сложный процесс, требующий всестороннего подхода к оценке существующих конструкций для рационального выбора конструктивных и организационно-технологических решений по его обновлению.

2. Результаты обследования Южной трибуны стадиона позволили сделать вывод, что основной причиной разрушения конструкций является их длительное пребывание без надлежащих мероприятий по консервации.

3. Несущие конструкции Северной и Западной трибун эксплуатировались более 40 лет. За истекший период они неоднократно осматривались, переоборудовались и ремонтировались. Возможное использование стадиона в ЕВРО-2012 и необходимость превращения его в Евроарену путем реконструкции, потребовало нового повторного широкомасштабного обследования, выполненного сотрудниками кафедры МДК ХГТУСА.

4. Анализ прочностных характеристик подтрибунных конструкций позволил подтвердить предложенную проектировщиками концепцию устройства покрытий над трибунами стадиона на конструкциях, вынесенных за пределы трибун. Таким образом была значительно уменьшена эксплуатационная нагрузка на несущие конструкции трибун.

5. Рекомендованные учеными университета рекомендации по восстановлению и ремонту конструкций трибун позволяют обеспечить их безопасность и эксплуатационную долговечность.

6. Опыт, полученный при подготовке к реконструкции стадиона «Металлист», может быть успешно использован при реконструкции стадионов в других городах Украины.

1. Гончаренко Д.Ф., Евель С.М. Организационно-технологические решения реконструкции Восточной трибуны стадиона «Металлист» в г. Харькове // Науковий вісник будівництва. Вип. 47. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2008. – С. 37-42.

2.Копейко А.Е. Заключение о техническом состоянии железобетонных конструкций строящейся Южной трибуны стадиона «Металлист» в г.Харькове // Научовий вісник будівництва. Вип.43. – Харків: ХГТУСА, 2007. – 183 с.

3.Фурсов В.В. Заключение о техническом состоянии стальных конструкций Северной и Западной трибун стадиона «Металлист» и возможности их дальнейшего использования. Харьков. – Харків: ХГТУСА. – 175 с.

4.ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування.

5.СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия.

*Получено 10.02.2011*

УДК 624.012.45

М.Ю.ИЗБАШ, д-р техн. наук

*Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры*

### **ПОВЫШЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОДНОПРОЛЕТНЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Обосновывается разработанная методика прямого проектирования усиления эксплуатируемых балок способом локального предварительного напряжения, реализованная при реконструкции зданий в г.Харькове, описываются особенности создания ручным винтовым домкратом усилия обжатия, даются рекомендации по выбору напрягаемой арматуры.

Обґрунтовується розроблена методика прямого проектування підсилення експлуатованих балок способом локального попереднього напруження, реалізована при реконструкції будівель в м.Харкові, описуються особливості створення ручним гвинтовим домкратом зусилля обтиснення, даються рекомендації по вибору напружуваної арматури.

The developed method of direct projecting the strengthening of the exploited beams by local prestressing is grounded. This method was realized while building reconstruction in the city of Kharkov. Peculiarities of creating squeeze efforts by hand screw jack are described. Recommendations on the choice of prestressing reinforcement are given.

*Ключевые слова:* сталежелезобетонные изгибаемые элементы, усиление, арматура, натяжение, локальное обжатие.

Усиление эксплуатируемых строительных конструкций является эффективным средством повышения их силовых показателей и надежности, позволяющим существенно увеличить ресурс их использования, что широко используется в практике.

Експериментально встановлено, що локальне попереднє напруження сталежелезобетонних балок суттєво підвищує їх несучу здатність, що можна розглядати як посилення експлуатованих балок. Представляється цілесообразною розробка розрахункового апарату, ґрунтованого на методі предельного рівноваги.